



PCT/CH 2004/000311

SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 01 JUN 2004
WIPO

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Bern, 21. Mai 2004

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

H. Jenni

Heinz Jenni

BEST AVAILABLE COPY



Patentgesuch Nr. 2003 0931/03

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Verfahren zum Kalibrieren und Verzwirnen von mit Kunststoff beschichteten Fasern.

Patentbewerber:

Neopreg AG
Ergolzstrasse 58
4460 Gelterkinden

Vertreter:

Braun & Partner Patent-, Marken-, Rechtsanwälte
Reussstrasse 22
CH-4054 Basel

Anmeldedatum: 23.05.2003

Voraussichtliche Klassen: D01H

Unveränderliches Exemplar
Exemplaire invariable
Esemplare immutabile

931400
P1208CH

Neopreg AG

23.05.2003

Verfahren zum Kalibrieren und Verzwirnen von mit Kunststoff beschichteten Fasern

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
5 Kalibrieren und Verzwirnen von mit Kunststoff beschichteten
Fasern, wobei sich dieser Kunststoff bei erhöhter Tempera-
tur und in flüssigem bzw. in geschmolzenem Zustand befin-
det, vorzugsweise von Fasersträngen, welche aus parallel
ausgerichteten Endlosfasern bestehen, welche beispielsweise
10 für die Herstellung von kalibrierten dünnen Fäden, insbe-
sondere Sägefäden für das Zuschneiden von präzisen Werk-
stücken in der Elektronikindustrie, oder für die Her-
stellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten
Kunststoffgranulaten, von faserverstärkten Formteilen sowie
15 im Strangziehen Verwendung finden.

Die Herstellung von mit Kunststoff beschichteten Fasern,
und Fasersträngen (Rovings), welche vorzugsweise aus
parallel ausgerichteten Endlosfasern, aber auch in Form von
20 Tapes oder Prepregs, bestehen, ist an sich bekannt. Dabei
werden üblicherweise Faserstränge, welche aus Endlosfasern
bestehen, mit einem Kunststoff, oder einem Gemisch von
Kunststoffen, welche diverse Zusatzstoffe enthalten können,
beschichtet und in weiteren Verarbeitungsstufen, je nach
25 Verwendungszweck, zu Fäden, zu Granulaten, zu faserver-
stärkten Formteilen oder zu pultrudierten oder extrudierten
Profilen verarbeitet.

So ist es bekannt, im Schmelzbeschichtungsverfahren zu be-
30 schichtende Faserstränge durch die Schmelze eines thermo-
plastischen Kunststoffs zu führen, anschliessend abkühlen
zu lassen, und dann weiter zu verarbeiten. In der prakti-
schen Anwendung dieses Verfahrens, insbesondere bei hohem

Faseranteil und zunehmender Faserlänge, werden aber eine hohe Streuung der Festigkeitswerte und zahlreiche örtliche Schwachstellen am Formteil festgestellt. Ähnlich verhält es sich in der Anwendung von Nassbeschichtungsverfahren, d.h.

5 eines flüssigen Imprägnierbades, in welchem der Kunststoff in einem Lösungsmittel gelöst ist, wobei in diesem Fall noch die mit dem Abdampfen des Lösungsmittels verbundenen Schwierigkeiten hinzu kommen.

10 Im Trockenbeschichtungsverfahren, werden die zu beschichtenden Faserstränge vorzugsweise durch eine Wirbelschicht bewegt. Diese Wirbelschicht besteht in der Regel aus einem thermoplastischen Polymerpulver, in welchem gegebenenfalls Zusatzstoffe eingearbeitet (compoundiert) sind, oder aus

15 einem duroplastisch härtbaren Kunststoffpulver oder Kunststoffpulver-Ausgangsgemisch, wobei dieses als Beschichtung auf die Fasern aufzieht. Es ist auch möglich, die einzelnen Komponenten der Beschichtung im Wirbelschichtverfahren, direkt auf die Faser in der gewünschten Zusammen-

20 setzung gleichmäßig aufzubringen, wobei man gegebenenfalls die einzelnen in der Wirbelschicht sich befindenden Beschichtungskomponenten zusätzlich in der Wirbelschicht mischt, so dass eine Entmischung der einzelnen Komponenten praktisch verhindert wird. Anschliessend werden die be-

25 schichteten Fasern vorzugsweise in einem Durchlaufofen, beispielsweise mittels IR-Strahlung, zumindest teilweise aufgeschmolzen und dann wieder abgekühlt. Derart wird eine verbesserte Verteilung des Kunststoffs auf der Faser erreicht. Dieses Trockenbeschichtungsverfahren hat jedoch

30 den Nachteil, dass ein Teil des zur Beschichtung verwendeten Pulvers unmittelbar nach dem Austritt aus der Beschichtungseinheit von der Faser wieder abfällt, wodurch der Pulverauftrag und damit der Harzanteil und/oder der Füllstoffanteil im Endprodukt eingeschränkt wird, was die

Qualität des Endprodukts beeinträchtigt. Das Beschichtungspulver fällt aber auch noch im Durchlaufofen ab und zersetzt sich im Kontakt mit der überhitzten Ofenoberfläche, so dass Zersetzungprodukte entstehen, welche über

5 die Abluft in die Entlüftungsanlage und die Umwelt gelangen. Zudem gelangen diese Teilchen als Staub und als Zersetzungprodukte auch in andere Teile der Produktionsanlage, insbesondere in die Filter der Entlüftungsanlage, und verschliessen dort die Filter der Entlüftungsanlage.

10 Dies wiederum führt zu Ungleichgewichten in der Betriebsführung und den Betriebsbedingungen, was die Qualität der beschichteten Faserstränge negativ beeinflusst.

In allen Fällen der genannten Beschichtungsverfahren

15 ergeben sich in der praktischen Anwendung, insbesondere bei hohem Faseranteil, eine hohe Streuung der Festigkeitswerte und zahlreiche örtliche Schwachstellen am gebildeten Faden und damit auch am Formteil. Insbesondere ergeben sich auch örtliche Unterschiede im Faserdurchmesser, in der Rundung,

20 bzw. im Rundungsgrad, der Faser und in deren Belegung mit Kunststoff, was in der Folge die genannten Nachteile verursacht. Es besteht daher das Bedürfnis, diese Nachteile zu verringern oder gänzlich zu beheben.

25 Für die Herstellung von dünnen Fäden, insbesondere von Sägefäden für die Elektronik-Industrie zum Schneiden von präzisen Formteilen, beispielsweise von Formteilen, welche aus Siliziumkarbid bestehen, oder von Wafers, Chips, und verwandten Formteilen oder in der Herstellung von Sonnenkollektoren, ist es im weiteren nötig, dass diese Fäden sowohl möglichst dünn sowie auch sehr präzis, d.h. im gleichen Durchmesser entlang ihrer gesamten Länge, gearbeitet sind, wobei der Durchmesser dieser Fäden im Mikronbereich liegt, vorzugsweise im Bereich von 100-1000 μm Mi-

001200

kron (μm), und die Schwankungsbreite der linearen Abweichung des Durchmessers vom Sollwert innerhalb von nur wenigen Mikron liegen soll. In diesem Sinne ist eine sehr genaue Kalibrierung der Fäden notwendig, das heisst, dass
5 man sowohl den Durchmesser als auch die Rundung des Fadens entlang der gesamten Fadenlänge innerhalb der vorgegebenen Masse genau einstellt und kontrolliert.

Für die Beschichtung von Fasersträngen, insbesondere in
10 der Pulverbeschichtung, werden vorzugsweise "lineare" Faserstränge bzw. Rovings, verwendet, worin die Endlosfäden plan-parallel angeordnet sind, d.i. die so genannte "zero twist" Qualität. Diese Rovings lassen sich im Beschichtungsvorgang leichter auffächern und damit gleichmässiger beschichten.
15

Es wurde nun gefunden, dass man dünne Endlosfäden, welche im Durchmesser entlang ihrer gesamten Länge genau gearbeitet sind, nur eine geringe lineare Abweichung in der
20 Durchmesserlänge und somit einen hohen Rundungsgrad aufweisen, und zudem sehr kompakt bzw. verdichtet sind, erhält, wenn man die mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, auf welchen
25 sich der Kunststoff in erwärmtem, geschmolzenem bzw. flüssigem Zustand befindet, anschliessend an die Beschichtung, gleichzeitig oder nacheinander in beliebiger Reihenfolge, sowohl kalibriert, d.h. den Durchmesser genau einstellt,
als auch einer kontinuierlichen Drehung unterwirft bzw.
30 verzweigt. Vorzugsweise verwendet man hierzu eine rotierende Kalibrierdüse. Dabei werden die Fäden im Verfahren von der rotierenden Kalibrierdüse entlang der einzelnen Fäden rückwirkend in Richtung der Beschichtungsvorrichtung verzweigt. Nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrier-

düse löst sich die Verzwirnung in hohem Masse wieder, so dass die Fäden (Filamente) nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrierdüse nur eine definierte Anzahl spiralförmiger Umdrehungen pro Meter aufweisen, im wesentlichen aber linear angeordnet sind. Solche Fäden können anschliessend beispielsweise zusätzlich mit einem geeigneten Kunststoff und gegebenenfalls mit mineralischem Korn beschichtet und anschliessend ausgehärtet werden, so dass vorzügliche Sägefäden erhalten werden, welche für die Herstellung von elektronischen Formteilen, wie Wafers, Chips und verwandte Formteile, geeignet sind. Zusätzlich ergeben sich die Vorteile, dass sich das während der Beschichtung auf den Faserstrang aufgebrachte Material im Faserstrang besser verteilt und beim Eintritt in den Durchlaufofen nicht mehr von der beschichteten Faser abfällt. Durch die erfindungsgemäße Kalibrierung und Verzwirnung wird der Faserverbund homogenisiert und verdichtet und die eingeschlossenen Gase aus dem Verbund hinaus gedrängt. Es entsteht ein kalibriertes "void free tape" mit hoher Dichte. Zudem kann der Füllstoffanteil im Beschichtungspremix deutlich erhöht werden, so dass Produkte mit geringerem Faseranteil und höherem Füllstoffanteil hergestellt werden können. Auch die Schüttdichte und die Rieselfähigkeit eines aus solchen erfindungsgemäss verdichteten Fäden hergestellten Granulats wird signifikant erhöht und die Flausenbildung bei der Granulierung erheblich vermindert.

Durch die erfindungsgemäße Verzwirnung eines Faserstrangs oder mehrerer Faserstränge miteinander wird deren Reißfestigkeit im Beschichtungsverfahren signifikant erhöht und kann ohne weiteres verdoppelt werden, so dass Fadenbrüche im Verfahren, insbesondere auch im Bereich zwischen der Beschichtungsvorrichtung und der Kalibrierdüse, auch bei hoher Fadenspannung weitgehendst vermieden werden.

031703

Diese unerwarteten Vorteile erlauben es, das gesamte Verfahren unter bedeutend erhöhter Fadenspannung durchzuführen, was wiederum eine ausgeglichene Prozessführung und eine erhöhte Produktivität der Produktionsanlage erlaubt. Überraschenderweise bleiben in der Trockenbeschichtung als Folge der Verzwirnung auch relativ grobe Pulverpartikel mit einer Korngrösse von bis zu 800µm im Verbund eingeschlossen, so dass auf eine unwirtschaftliche Feinstmahlung der Polymere mit engem Korngrössenspektrum verzichtet werden kann.

Die Erfindung ist in den Patentansprüchen definiert. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, welche genau im Durchmesser, bzw. im Rundungsgrad, entlang ihrer gesamten Länge gearbeitet sind, wobei die Schwankungsbreite der linearen Abweichung des Durchmessers vom Sollwert gering ist, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass man die mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, auf welchen sich der Kunststoff in erwärmtem, geschmolzenem bzw. flüssigem Zustand befindet, anschliessend an die Beschichtung gleichzeitig, oder in beliebiger Reihenfolge nacheinander, kalibriert und einer kontinuierlichen Drehung unterwirft bzw. verzwirnt, so dass die beschichteten einzelnen Endlosfasern oder die beschichteten einzelnen Faserstränge im Verbund, kalibriert und verzwirnt werden und einen kompakten geschlossenen Strang bilden. Dadurch entsteht ein homogenisierter und verdichteter Faserverbund mit den vorgenannten Vorteilen.

Der derart behandelte Faserstrang oder mehrere solcher Faserstränge im Verbund können einer weiteren Beschichtung bzw. Nachbeschichtung unterzogen werden. In diesem Sinne betrifft die Erfindung im weiteren ein Verfahren, welches 5 dadurch gekennzeichnet ist, dass man die kalibrierten und verzwirnten Faserstränge in einer Nachbeschichtung zusätzlich mit Kunststoff, gegebenenfalls im Gemisch mit mineralischem Korn, vorzugsweise bei einer Temperatur über dem Schmelzpunkt des Polymers, beschichtet und anschliessend 10 aushärtet oder erstarrt lässt.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung der erfindungsgemäss kalibrierten und verzwirnten einzelnen Endlosfasern, bzw. die entsprechenden einzelnen Faserstränge im Verbund, für die Herstellung von Sägefäden, welche z.B. für die Herstellung von elektronischen Formteilen, vorzugsweise Wafers, Chips und verwandten Formteilen, geeignet sind, sowie für die Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten Kunststoffgranulaten und 20 faserverstärkten Formteilen oder von faserverstärkten pultruierten oder extrudierten Profilen. Darin eingeschlossen sind auch Gewebe, welche aus beschichteten Rovings gewoben und gegebenenfalls anschliessend verpresst werden. Tapes umfassen auch endlos hergestellte faserverstärkte Tapes. 25 Prepregs umfassen unidirektionale und gewebeverstärkte Prepregs.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch die derart hergestellten Sägefäden, Tapes, Prepregs, faserverstärkten Kunststoffgranulate, faserverstärkten Formteile, faserverstärkten pultruierten oder extrudierten Profile. Im weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung 30 zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Die genannten beschichteten, kalibrierten und verzwirnten einzelnen Endlosfasern, bzw. einzelnen Faserstränge im Verbund können im Schmelzbeschichtungsverfahren, im Nassbeschichtungsverfahren und/oder im Trockenbeschichtungsverfahren beschichtet worden sein, vorzugsweise im Trockenbeschichtungsverfahren.

Die Kalibrierung und Verzwirnung der einzelnen Endlosfasern, bzw. der einzelnen Faserstränge im Verbund, kann man beispielsweise so durchführen, dass man anschliessend an den Beschichtungsvorgang die beschichteten, einzelnen Endlosfasern, bzw. einzelnen Faserstränge im Verbund durch mindestens eine Kalibriervorrichtung und mindestens eine Verzwirnungsvorrichtung führt. Vorzugsweise verwendet man eine rotierende Kalibrierdüse, wodurch diese Endlosfasern bzw. die einzelnen Faserstränge im Verbund beim Durchlauf durch diese rotierende Kalibrierdüse gleichzeitig sowohl kalibriert als auch verzwirnt werden. Dabei rotiert die Kalibrierdüse mit so hoher Geschwindigkeit, dass die einzelnen Endlosfasern, bzw. die einzelnen Faserstränge im Verbund, verzwirnt und auch kalibriert werden, wobei die Kalibrierung dadurch erreicht wird, dass sämtliches überschüssiges Beschichtungsmaterial, welches sich auf der Faser befindet, weggeschleudert wird. Dabei ist der Durchmesser der Kalibrierdüse so eingestellt, dass der gewünschte Fadendurchmesser erhalten wird. Dabei werden die Fäden, wie bereits erwähnt, im Verfahren von der rotierenden Kalibrierdüse jeweils entlang des Fadens rückwirkend in Richtung der Beschichtungsvorrichtung verzwirnt. Nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrierdüse löst sich die Verzwirnung in hohem Masse wieder, so dass die Fäden (Filamente) nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrierdüse nur eine definierte Anzahl spiralförmiger Umdrehungen pro Meter aufweisen.

Verwendet man eine rotierende Kalibrierdüse, so rotiert diese, wie erwähnt, mit mindestens einer so hohen Geschwindigkeit, dass sämtliches überschüssiges Beschichtungsmaterial, welches sich auf der Faser befindet, weggeschleudert wird. Dabei rotiert diese Düse, welche vorzugsweise in einer Hohlwelle angebracht bzw. fixiert ist und zusammen mit dieser Hohlwelle rotiert, mit einer geeigneten Geschwindigkeit von in der Regel mindestens 5 1500 Umdrehungen pro Minute (UpM), vorzugsweise mindestens 10 2000 UpM und vorzugsweise mit etwa 2500 UpM. Dabei wird die, vorzugsweise aus Hartmetall gefertigte, Düse vorzugsweise auf mindestens die Schmelztemperatur der Faserbeschichtung erwärmt, d.h. in der Regel auf mindestens 15 etwa 100°C und vorzugsweise auf etwa 150-180°C. Ebenso muss die Polymerbeschichtung der Faser flüssig sein, d.h. auf eine Temperatur erwärmt sein, welche in der Regel bei mindestens 100°C, und vorzugsweise bei mindestens etwa 15 150-200°C, bzw. etwa 50°C über dem Schmelzpunkt des 20 Polymers liegt. Diese Erwärmung kann beispielsweise mittels IR-Strahlung erfolgen.

Es ist auch möglich, mehrere einzelne Kalibrier- und Verzwirnvorrichtungen, vorzugsweise mehrere rotierende Kalibrierdüsen, oder eine Kombination dieser Vorrichtungen, 25 hintereinander in Serie zu schalten und die Fasern durch diese Vorrichtungen zu führen. Dadurch werden die Fasern noch genauer kalibriert und höher verzwirnt.

30 Vorzugsweise hat die rotierende Kalibrierdüse einen inneren Durchmesser im Bereich von etwa 100-1000µm (Mikrometer, Mikron), vorzugsweise im Bereich von etwa 150-600µm und insbesondere im Bereich von etwa 200-350µm, beispielsweise etwa 200-240µm, wodurch ein erfindungsgemäß herge-

stellter kalibrierter und verzwirnter, bzw. homogenisierter und verdichteter, Strang mit einem entsprechenden Durchmesser erhalten wird. Dabei beträgt die durchschnittliche lineare Abweichung von Sollwert des Durchmessers am gehärteten Faden in der Regel weniger als 7%, und vorzugsweise weniger als 5%, und bewegt sich ebenfalls im Mikronbereich, was einen sehr hohen Rundungsgrad ergibt.

Vorzugsweise enthält der erhaltene verzwirnte Strang nach dem Durchlaufen der Kalibrierdüse etwa 2 bis 50 spiralförmige Umdrehungen pro Meter, das heisst, die einzelnen Endlosfäden oder die Faserstränge im Verbund, innerhalb des erhaltenen gezwirnten Faserstrangs, bilden im Strang etwa 2 bis 50 Umdrehungen pro Meter, vorzugsweise etwa 2 bis 30 spiralförmige Umdrehungen pro Meter, vorzugsweise etwa 2 bis 20 Umdrehungen pro Meter, und vorzugsweise etwa 3 bis 10 Umdrehungen pro Meter. Wurde ein Faserstrang beschichtet, in welchem die einzelnen Endlosfasern in paralleler Form angeordnet sind, so bleibt im gezwirnten Faserstrang die gegenseitige parallele Führung der einzelnen Fäden im wesentlichen erhalten.

Als Fasern, aus welchen die Faserstränge gebildet sind, können erfindungsgemäss alle an sich bekannten Fasern verwendet werden, welche für die Herstellung von faserverstärkten Werkstoffen bekannt sind. Beispiele sind synthetische anorganische Fasern, insbesondere Glasfasern, C-Fasern, Kunststofffasern, insbesondere Aramidfasern (aromatics Polyamid), Zylonfasern (PBO) 28 dtex (0.028 gr/m), oder Naturfasern, insbesondere Cellulosefasern. Die Filamentstärke beträgt vorzugsweise etwa 5µm bis 20µm und etwa 100 tex-4800 tex (0.1 g/m-4.8 g/m), vorzugsweise 600 tex-2400 tex, wie solche üblicherweise verwendet werden.

Als Kunststoff für die Beschichtung kann man erfindungs-gemäss die an sich bekannten thermoplastischen Kunststoffe (als compound oder als Premix) und/oder duroplastischen Formmassen (vorzugsweise als Premix) verwenden. Thermoplastische Formmassen bzw. Kunststoffe und deren Zusatzstoffe sind aus der Literatur in grosser Zahl bekannt.

Synthetische thermoplastische Polymere sind vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe der Polyolefine, vorzugsweise Polyäthylen, insbesondere HDPE, oder Polypropylene (PP);

10 Polykarbonate; Polyoxymethylene (POM); Polyethylentere-phthalate (PET); Polybutylenterephthalate (PBT); Poly-ethylensulfide (PES); Polyphenylenoxide (PPO); Poly-phenylensulfide (PPS); PSO; PVDS; thermoplastische Polykondensate, vorzugsweise Polyester und Polyamide, wie

15 Polyamid 66, Polyamid 12, u.a.; Polyvinylacetate; Poly-styrole; Polyacrylsäureester; Polymethacrylsäureester; Alkylen/Acrylsäure-Copolymere oder Alkylen/Methacrylsäure-Copolymere, vorzugsweise Äthylen/Acrylsäure-Copolymere; PEEK und PEK, Alkylen/Maleinanhydrid-Copolymere; oder Alky-20 len/Vinylalkohol-Copolymere. Bevorzugt sind HDPE, PP, Poly-karbonate, POM, PET, PBT, PES, PPO, PPS, PSO, PVDS, und thermoplastische Polyamide. Bevorzugt sind synthetische Polymere mit einem Erweichungspunkt von 100°C oder höher, vorzugsweise im Bereich von 140°C bis 390°C und besonders

25 im Bereich von 150°C bis 350°C.

Duroplastische Kunststoffe in Form von Polykondensaten sind beispielsweise härtbare Phenol/Formaldehyd Kunststoffe (PF-Giessharze), härtbare Bisphenolharze, härtbare Harnstoff/-

30 Formaldehyd-Kunststoffe (UF-Formmassen), Polyimide (PI), BMI-Formmassen und Polybenzimidazole (PBI). Duroplastische Kunststoffe in Form von Polyaddukten sind beispielsweise Epoxidharze (EP), Formmassen aus ungesättigten Polyester-

harzen (UP-Formmassen), DAP-Harze (Polydiallylphthalat), MF-Formmassen, z.B. härtbare Melamin/Phenol/Formaldehyd-Formmassen, oder vernetzte Polyurethane (PUR).

- 5 Als Zusätze für thermoplastische Formmassen bzw. Kunststoffe sowie für duroplastische Kunststoffe in Form von Polykondensaten oder Polyaddukten sind beispielsweise, neben dem Harz/Härter/Beschleuniger-System für Duroplaste, Trennmittel, Gleitmittel, Füllstoffe, Pigmente, Haftvermittler, Stabilisatoren und Inhibitoren. Solche Verbindungen sind an sich bekannt, ebenso wie die für die Beschichtungen gemäss der vorliegenden Erfindung zu verwendenden bevorzugten Zusammensetzungen.
- 10
- 15 Die genannten Kunststoffe können im Schmelzverfahren bzw. direkt aus der Schmelze oder im Nassverfahren, das heisst in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst, oder im Trockenbeschichtungsverfahren wie eingangs beschrieben als Beschichtung mit einer an sich bekannten geeigneten Apparatur auf die Faserstränge aufgetragen werden. Solche Vorrichtungen und die Verfahrensbedingungen sind dem Fachmann bekannt.
- 20

Werden die behandelten, d.h. kalibrierten und verzwirnten, Faserstränge, oder mehrere solcher Faserstränge im Verbund, einer Nachbeschichtung unterzogen, so können die genannten Kunststoffe sowie die genannten Beschichtungsverfahren, je nach Eignung und Wahl, unabhängig voneinander verwendet werden. Dabei kann der Kunststoff zusätzlich im Gemisch mit mineralischen, vorzugsweise kristallinen, Verbindungen verwendet werden und als Bindemittel für die mineralischen Stoffe dienen. Eine solche Nachbeschichtung ist insbesondere für die Herstellung von Sägefäden notwendig. Solche mineralische Stoffe sind beispielsweise

- 25
- 30

anorganische Verbindungen, wie Oxide, Karbide, vorzugsweise in Pulverform, wie beispielsweise Magnesiumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, , oder auch andere Stoffe grosser Härte, wie beispielsweise kristalliner Kohlenstoff, vorzugsweise Diamanten, insbesondere Industriediamanten, vorzugsweise in Form von Diamantpulver. Die Korngrösse des Pulvers liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 5µm-300µm, vorzugsweise im Bereich von etwa 10µm-100µm und insbesondere im Bereich von etwa 10µm-30µm.

5 10 Bevorzugt für die Nachbeschichtung sind synthetische Polymere mit einem Erweichungspunkt von 100°C oder höher, vorzugsweise im Bereich von 140°C bis 390°C und besonders im Bereich von 150°C bis 350°C, wobei dieselben Verfahrenstemperaturen zur Anwendung kommen, wie diese für die Beschichtungsvorrichtung hierin beschrieben sind.

15

Die im Anhang gegebene Figur 1 illustriert ein Schema einer Vorrichtung für die erfundungsgemässe Beschichtung und Nachbeschichtung eines Faserstranges, enthaltend drei in Serie geschaltete rotierende Kalibrierdüsen, welche den Faden zuerst auf 300µm, dann auf 260µm, und anschliessend auf 240µm kalibrieren und gleichzeitig verzwirnen. Zur Illustration ist nach dem ersten IR-Ofen eine separate Zwirnvorrichtung angebracht.

20 25

Figur 2 zeigt eine rotierende Kalibriervorrichtung, enthaltend die rotierende Kalibrierdüse, im Querschnitt.

Figur 3 zeigt eine Zwirnvorrichtung in der Aufsicht.

30 Figur 4 und Figur 4A zeigen eine rotierende Zwirndüse mit Scherteil, bestehend aus einem Konus für den Schmelzenkegel A, der Zentrierbohrung B, der Querbohrung

D, dem Flachkanal C, den Lagern E und F, sowie dem Zahnkranz G. Dabei tritt der mit geschmolzenem Premix beschichtete Faserstrang durch die Zentrierbohrung B in die Zwirndüse, expandiert in der Querbohrung D und tritt 5 durch den Flachkanal C wieder aus. Die Zwirndüse dreht bei diesem Vorgang mit 1000 bis 2500 Umdrehungen pro Minute. Durch den veränderten Querschnitt kommt es zu einem Schereffekt. Die inneren Faserfilamente werden dabei deutlich besser aufgeschlossen. Man erhält somit einen homogenen 10 Strang mit gleichmässigem Harzgehalt. Dieser ist kompakter und lässt sich zu einem besseren Granulat granulieren. Die Dichte des Strangs ist höher. Der beschichtete Strang wird durch die Rotation und durch den Flachkanal bis zur Beschichtung verzweigt, so dass der beschichtete Strang 15 ohne Verlust an Beschichtungspartikeln den IR-Ofen passiert. Der Zahnkranz ermöglicht es, verschiedene Zwirndüsen auf engem Raum in Linie nebeneinander anzuordnen und gegenseitig anzutreiben.

20 Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Kalibrierdüse, analog zu der in den Figur 4 und Figur 4A gezeigten, wobei aber der Flachkanal B enger ist als der als Kalibrierbohrung C bezeichnete Kanal.

25 Die im Anhang als Figur 1 dargestellte Vorrichtung (1) besteht aus einer Abwicklungsvorrichtung (2), der Beschichtungsvorrichtung (3), der beiden IR-Öfen (4), der Nachbeschichtungsvorrichtung (5), der in Serie geschalteten drei Kalibriervorrichtungen (6), welche jeweils eine rotierende 30 Kalibrierdüse (7) aufweisen, der Zwirnvorrichtung (8), der Konditionierzvorrichtung (9) sowie der Wickeleinheit (10). Dabei ist die erste Kalibriervorrichtung direkt nach der Beschichtungsvorrichtung (3) montiert. Die beiden andern Kalibriervorrichtungen (6) sind anschliessend an den ersten

IR-Ofen (4) angebracht. Eine Zwirnvorrichtungen (8) ist zur Illustration der zweiten Kalibriervorrichtung (6) vorgeschoaltet.

5 Bedeutet die Beschichtungsvorrichtung (3) eine Vorrichtung für das Trockenbeschichtungsverfahren im Wirbelbett, so liegt die Korngrößenverteilung der Beschichtungskomponente oder der Beschichtungskomponenten in der Trockenbeschichtung vorzugsweise im Bereich von 30µm-250µm, vorzugsweise
10 im Bereich von 50µm-300µm. Die durchschnittliche Korngröße liegt zur Hauptsache vorzugsweise bei etwa 50µm-150µm.

Für die erfindungsgemäße Beschichtung von Fasersträngen im Trockenbeschichtungsverfahren mit einem Reaktionsharz, wie
15 z.B. einem Epoxidharz, verwendet man vorzugsweise eine Schmelzentemperatur im Bereich von 60°C-400°C, vorzugsweise 70°C-220°C, eine Walzentemperatur von 10°C-200°C, vorzugsweise 20°C-50°C, eine Fadengeschwindigkeit von 3-200 Meter pro Minute, vorzugsweise 50-150 Meter pro Minute. Die Ver-
20 arbeitungsbedingungen für die diversen Kunststoffe sind an sich bekannt und richten sich auch nach der Grösse der verwendeten Apparatur und können vom Fachmann ohne weiteres für den jeweilig verwendeten Kunststoff bzw. für das jeweilig verwendete Harz richtig angewendet werden.

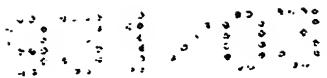
25 Im Pulverbeschichtungsverfahren selbst werden die Faserstränge von einem Rovinggestell, vorzugsweise von der Aussenseite der Rolle, abgewickelt und in die Beschichtungseinheit geführt, wo sie vorzugsweise aufgefächert werden und das Wirbelschichtbad durchlaufen. Das Wirbelschichtbad umfasst im Prinzip eine Wanne und enthält die Zuführung für die Beschichtungskomponente bzw. Beschichtungskomponenten, sowie den Fluidboden, der vorzugsweise

aus gesintertem Aluminium besteht und durch welchen die Zuluft zum Fluidisierbecken, das ist die Fluidisierluft zur Aufrechterhaltung der Wirbelschicht, eingeleitet wird. Dabei ist der Durchmesser der Perforationen im perforierten Zwischenboden (Fluidboden) kleiner als die Korngrösse des verwendeten Beschichtungspulvers bzw. der Beschichtungskomponenten oder des Granulats. Durch die Perforationen wird von unten her Luft oder ein Inertgas eingeblasen, so dass ein wallendes Pulver- oder Granulatbad bzw. eine Wirbelschicht entsteht. Im Wirbelschichtbad befinden sich auch mehrere Umlenkrollen oder Umlenkstäbe zur Auffächerung und Straffung der Fasern. Die Beschichtungseinheit kann mit einer Einrichtung zur zusätzlichen Durchmischung der Beschichtungskomponenten, z.B. eine Mischvorrichtung für eine zusätzliche mechanische Durchmischung der Beschichtungskomponenten, versehen sein.

Die Temperatur der Zuluft zum Fluidisierbecken, das heisst die Konditionierung der Fluidisierluft, wird proportional zum Schmelzpunkt des Polymerpulvers gesteuert. Damit kann die Pulverauftragsmenge gesteuert werden. Es wird vorzugsweise ein Fluidboden aus gesintertem Aluminium verwendet. Die Konditionierung der Fluidisierluft ermöglicht es, Thermoplastpulver mit hohem Schmelzpunkt bereits während der Beschichtung bis unter die Erweichungstemperatur vorzuheizen und damit die erforderliche Aufheizzeit zu reduzieren. So kann die Produktivität bei Thermoplasten mit hohem Schmelzpunkt erheblich erhöht werden. Die Erwärmung bei der Konditionierung darf bei Reaktivharzgemischen allerdings nur bis genügend unterhalb der Temperatur (On-Set-Temperatur) erfolgen, bei welcher der exotherme Aushärtungsvorgang dieser Harzgemische einsetzt.

Nachdem die beschichteten Faserstränge das Wirbelschichtbad verlassen haben, durchlaufen sie die in Figur 2 dargestellte rotierende Kalibriervorrichtung (6), enthaltend eine aus Hartmetall gefertigte rotierende Kalibrierdüse
5 (7), durch welche die Endlosfasern beim Durchlauf gleichzeitig sowohl kalibriert als auch verzweint werden. Die Kalibrierdüse (7) ist in einer Hohlwelle fixiert und rotiert zusammen mit dieser Hohlwelle. Die rotierende Hohlwelle kann durch einen an sich bekannten Elektroantrieb
10 angetrieben werden. Die Kalibrierdüsen können auch in Zahnräder integriert werden, wobei die einzelnen Zahnräder in Linie ineinander eingreifen und sich antreiben.

Anschliessend an die erste Kalibriervorrichtung (6) werden
15 die beschichteten Faserstränge durch einen IR-Ofen (4) bzw. einen Durchlaufofen geführt, wo sie erwärmt werden. Zu diesem Zweck enthält der Durchlaufofen vorzugsweise einen Infra-Rot-Erhitzer. Dabei wird die Beschichtung leicht flüssig oder pastös, aber nicht so flüssig, dass sie von
20 den Fasern abtropfen kann. In diesem Zustand kann mittels einer Nachbeschichtung anschliessend in einer weiteren analog konstruierten Beschichtungseinrichtung (5) weiteres Beschichtungspulver oder Granulat aufgebracht werden, welches mit anorganischem Material, wie vorgehend beschrieben, gemischt sein kann. Der beschichtete, abgekühlte Faden kann auch durch über den Schmelzpunkt erhitztes und fluidisiertes Mineral- oder Metallpulver geführt werden, wobei die Temperatur und die Verweilzeit die Schichtdicke des aufgetragenen Materials bestimmen. An-
25 schliessend wird in einem weiteren IR-Ofen behandelt. In dieser Weise kann die gewünschte Menge Kunststoff, die auf die Fasern aufgebracht werden soll, noch ergänzt werden. Derart können Fadengewichte mit sehr niedrigem Glasanteil, beispielsweise Fäden mit nur 15 Gew.-% Glasfaseranteil,



erhalten werden. Die Nachbeschichtung kann auch als Isolation dienen.

In Figur 3 gezeigte Zwirnvorrichtung (8), mit welcher man die beschichteten Faserstränge, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, einer kontinuierlichen Drehung bzw. Zwirnung unterwirft, jedoch nicht kalibriert, ist vorzugsweise nach dem ersten Durchlaufofen (4) im Schmelzenbereich des/der beschichteten Rovings, installiert.

10 Infolge der Fadenspannung bewirkt die Zwirnvorrichtung (8) eine Drehung des Faserstrangs bzw. eine Zwirnung, die gleichmässig und kontinuierlich über den gesamten Faserstrang rückwirkend bis zum Austritt des beschichteten Faserstrangs aus der Beschichtungsvorrichtung (2) oder der 15 Kalibrierdüse (7) stattfindet.

Vorzugsweise besteht die Zwirnungsvorrichtung, wie in Figur 3 gezeigt, aus zwei gekühlten, mit V-Nuten versehenen Wellen, welche im Winkel von weniger als 90° ($<90^\circ$), 20 vorzugsweise in einem Winkel im Bereich von 5° bis 20° , hinter einander angeordnet sind und die 2. Welle vorzugsweise rechtwinklig zur Fadenlaufrichtung angeordnet ist. Die 1. Nutwelle steht mit einem Winkel über oder unter 90° zur Fadenrichtung, vorzugsweise in einem Winkel von 25 mindestens 91° bzw. 89° ($>1^\circ$), vorzugsweise in einem Winkel im Bereich von 60° bis 120° . Die beschichteten Rovings laufen beispielsweise über die erste Welle und unter der zweite Welle durch, das heisst die Rovings werden über die erste Welle und anschliessend unter der zweiten Welle 30 jeweils in deren V-Nute durchgeföhrt. In diesem Fall rotiert die erste Welle nach links und die zweite Welle nach rechts. Dabei ist die V-Nute der 1. Welle in der Fadenachse um mindestens 1mm, vorzugsweise um 5mm seitlich

versetzt, so dass der Faden seitlich über die Schrägfanken der 1. Welle läuft. Der Faden wird durch die Winkelanordnung der Wellen und durch den Versatz der Nuten an die V-Flanken gedrückt und durch die quer zur Fadenachse wirkende Komponente verdreht bzw. gezwirnt, so dass eine Rechts- bzw. Linksdrehung des Fadens resultiert. Die Anzahl der Drehungen pro Meter wird primär durch die Winkelöffnung der 1. Welle bestimmt. Die Rotation der Nutwellen wird durch die Reibung mit den beschichteten Fasersträngen oder zusätzlich durch Fremdantrieb erreicht. Die Anzahl der Drehungen pro Meter ist produktabhängig und wird durch Optimierung der Winkelanordnung und der Reibung des beschichteten Fadenstrangs in den V-Nuten bestimmt, was für den Fachmann kein Problem darstellt.

Die Zwirnvorrichtung ist vorzugsweise nach dem ersten oder gegebenenfalls nach einem weiteren Durchlaufofen angebracht bzw. installiert. Die Drehung wirkt gleichmässig, wie bereits oben beschrieben, über die gesamte Länge des Faserstrangs bzw. Faserstränge rückwirkend bis zu dem Ort, wo der Faserstrang die Beschichtungsvorrichtung, bzw. für das vorliegende Beispiel, die 1. Kalibrierdüse, verlässt.

Nachdem die Faserstränge beschichtet, kalibriert und gezwirnt, und gegebenenfalls nachbeschichtet sind, werden diese nun durch eine Konditionierzvorrichtung (9) geführt, welche aus einer Kühlleinrichtung und gegebenenfalls einer Erwärmungseinrichtung besteht. Wurde als Beschichtung ein Epoxidharzgemisch aufgebracht, so werden die Faserstränge gegebenenfalls erneut erwärmt, wobei das Epoxidharzgemisch vorgelöst bzw. vorvernetzt, jedoch nicht ausgehärtet wird. Die Kühlung ist vor allem auch deshalb notwendig, weil der Faser/Kunststoff-Verbund anschliessend durch ein Walzenpaar gezogen wird, welches diesen Verbund transpor-

tier. Am Ort des Walzenpaars muss der Faser/Kunststoff-Verbund einen festen Zustand aufweisen, da sonst der Kunststoff an den Walzen des Walzenpaars haften kann, wodurch diese verschmutzt würden und unter Umständen ein zuverlässiger Transport des Faser/Kunststoff-Verbunds behindert würde. Vorzugsweise durchläuft der Faser/Kunststoffverbund noch eine Erwärmungseinrichtung, in welcher eventuell vorhandene Spannungen in dem Verbund abgebaut werden. Anschliessend kann der erhaltene beschichtete Faserstrang aufgewickelt oder granuliert werden.

Verwendet man ein Pultrusionswerkzeug, so ist dieses vorzugsweise nach der Zwirnvorrichtung installiert. Die Apparatur hat für diesen Fall vorzugsweise den folgenden Aufbau:

Spulengatter → Beschichtungsbad → IR-Ofen →
Kalibrier/Zwirnvorrichtung → Pultrusionswerkzeug →
Profilabzugwerk.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, umfassend mindestens eine Beschichtungsvorrichtung (3) für die Beschichtung des Faserstrangs oder der Faserstränge im Schmelzbeschichtungsverfahren oder im Nassbeschichtungsverfahren oder im Trockenbeschichtungsverfahren, mindestens einen IR-Ofen (4) als Durchlaufvorrichtung (für das Nass- und im Trockenbeschichtungsverfahren) für die Fixierung der Beschichtung, gegebenenfalls eine Nachbeschichtungsvorrichtung (5) verbunden mit einem weiteren IR-Ofen (4), und mindestens eine Konditionierzvorrichtung (9), bestehend aus einer Kühlleinrichtung und gegebenenfalls einer Erwärmungseinrichtung zur abschliessenden Konditionierung des beschichteten Fadens, dadurch gekennzeichnet, dass im

Bereich anschliessend an die Beschichtungsvorrichtung (3), jedoch vor der Konditionierzvorrichtung (9) und vor einer gegebenenfalls anwesenden Nachbeschichtungsvorrichtung (5), mindestens eine Kalibriervorrichtung (6) und mindestens eine Zwirnvorrichtung (8), vorzugsweise eine Kalibriervorrichtung (6), welche gleichzeitig kalibriert und verzwirnt, installiert ist, durch welche die beschichteten einzelnen Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist bzw. der Faserstrang, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, über deren gesamte Länge unmittelbar nach dem Verlassen der Beschichtungsvorrichtung (3) kalibriert und verzwirnt werden und einen kompakten geschlossenen Strang bilden.

15 Die folgenden Beispiele illustrieren die Erfindung.

Beispiel 1

PBO-Roving enthaltend 160 Filamente mit einem Filamentdurchmesser von jeweils 0.005 mm, 0.012 mm und 0.014 mm (5 μ m, 12 μ m und 14 μ m) werden im Trockenbeschichtungsverfahren mit einer Matrix beschichtet, welche ein übliches Bisphenolharz und Härter (50.0% der gesamten Beschichtung) sowie übliche Trennmittel, Gleitmittel, Füllstoffe und Pigmente (50.0%), in üblicher Zusammensetzung enthält. Die Komponenten der Matrix werden in einem Mischer gemischt und haben eine Korngrössenverteilung im Bereich von 30 μ m bis 100 μ m. Das Beschichtungsverfahren wird einer vorgehend in der Beschreibung beschriebenen Apparatur durchgeführt, wobei eine in der EP-A-0 680 813 beschriebene Beschichtungseinheit verwendet wird. Direkt nach der Beschichtungseinheit ist eine Kalibriervorrichtung, enthaltend eine in einem Hohlrohr montierten rotierende Düse zur kontinuierlichen gleichzeitigen Kalibrierung und Verzwirnung der Faserstränge installiert. Diese Kalibriervorrichtung

03.1.03

entspricht der in Figur 2 dargestellten Vorrichtung. Die Düse hat einen inneren Durchmesser von 300 µm. Eine zweite und eine dritte solche Kalibriervorrichtung mit jeweils einem Düsendurchmesser von 260µm und 240µm, sind in Serie 5 anschliessend an den IR-Durchlaufofen angebracht.

Dabei werden die Glasrovings von einem Rovinggestell von aussen oder von innen beginnend, vorzugsweise von aussen, abgewickelt, aufgefächert und über vier Umlenkstangen durch 10 das Wirbelschichtbad geführt. Die beschichteten Rovings durchlaufen anschliessend eine Pulver-Kalibriervorrichtung (kann aber muss nicht so sein), dann den Infra-Rot-Durchlaufofen bei einer Temperatur von 180°C und anschliessend die beiden in Serie geschalteten weiteren rotierenden 15 Kalibriervorrichtungen. Die beschichteten Rovings werden dann in der Konditioniereinheit konditioniert und gekühlt, so dass der Kunststoff fest wird.

Es wurden beschichtete Rovings mit einem Durchmesser von 20 240 µm und einer Abweichung auf der Länge des Fadens von weniger als 0.5.% erhalten. Es konnte praktisch keine Rauchentwicklung von zersetzenem Beschichtungsmaterial im Durchlaufofen und in der Konditioniereinheit festgestellt werden. Die Fadengeschwindigkeit (Durchsatz) betrug 140 25 Meter pro Minute.

Beispiel 2 (Vergleichsbeispiel)

Beispiel 1 wird wiederholt mit der Massgabe, dass auf die Installation der Kalibriervorrichtung verzichtet und der 30 Faden nur verzwirnt wird.

Es wurden beschichtete Rovings mit einem Durchmesser von etwa 300 µm und einer Abweichung auf der Länge des Fadens

von 15% erhalten. Es konnte eine Rauchentwicklung von zersetzen Beschichtungsmaterial im Durchlaufofen und in der Konditioniereinheit fest gestellt werden. Die Faden-
geschwindigkeit (Durchsatz) betrug 80 Meter pro Minute.

5

Beispiel 3

Beispiel 1 wird wiederholt mit der Massgabe, dass das Bisphenolharz und der Härter sowie die Zusatzstoffe ersetzt werden durch ein thermoplastisches Polyimid (Aurum®, der

10 Firma Mitsui Chem. Co.) mit einem Schmelzpunkt von 388°C. Es wurden analoge Resultate, wie in Beispiel 1 angegeben, erhalten.

Beispiel 4

15 Beispiel 1 wird wiederholt mit der Massgabe, dass das Bisphenolharz und der Härter sowie die Zusatzstoffe ersetzt werden durch ein thermoplastisches Polamid 12 Pulver mit einem Schmelzpunkt von 170°C. Es wurden analoge Resultate, wie in Beispiel 1 angegeben, erhalten.

20

Beispiel 5 (Vergleichsbeispiel)

Die Beispiele 1, 3 und 4 werden wiederholt mit der Massgabe, dass auf die Installation der Kalibier- und Zwirnvorrichtung verzichtet wird. Auch hier waren die Resultate

25 aus den Beispielen 1, 3 und 4 den Resultaten aus Beispiel 5 deutlich überlegen. Im Verfahren gemäss den Beispielen 1, 3 und 4 war die Fadenqualität, sowie der Verlust an Beschichtungsmaterial im Durchlaufofen, erheblich kleiner als im Beispiel 5. Ebenso war die Schüttdichte eines
30 gemäss den Beispielen 1, 3 und 4 erhaltenen Granulats merklich höher als diejenige gemäss Beispiel 5. Auch der Durchsatz war in den Beispielen 1, 3 und 4 im Vergleich zu Beispiel 5 deutlich höher.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, welche genau im Durchmesser, bzw. im Rundungsgrad, entlang ihrer gesamten Länge gearbeitet sind, wobei die Schwankungsbreite der linearen Abweichung des Durchmessers vom Sollwert gering ist, dadurch gekennzeichnet, dass man die mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, auf welchen sich der Kunststoff in erwärmtem, geschmolzenem bzw. flüssigem Zustand befindet, anschliessend an die Beschichtung gleichzeitig, oder in beliebiger Reihenfolge nacheinander, kalibriert und verzwirnt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die kalibrierten und verzwirnten Faserstränge in einer Nachbeschichtung zusätzlich mit Kunststoff, gegebenenfalls im Gemisch mit mineralischem Korn, bei einer Temperatur über dem Schmelzpunkt des Polymers, beschichtet und anschliessend aushärtet oder erstarrt lässt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man anschliessend an den Beschichtungsvorgang die beschichteten, einzelnen Endlosfasern, bzw. einzelnen Faserstränge im Verbund durch eine rotierende Kalibrierdüse, führt, wobei die Kalibrierdüse mit so hoher Geschwindigkeit rotiert, dass sämtliches überschüssiges Beschichtungsmaterial, welches sich auf der Faser befindet, weggeschleudert wird, so dass die einzelnen Endlosfasern, bzw. die einzelnen Faserstränge im Verbund, gleichzeitig kalibriert und verzwirnt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die rotierende Düse in einer Hohlwelle fixiert ist und zusammen mit dieser Hohlwelle rotiert, vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1500 Umdrehungen pro Minute (UpM), vorzugsweise mindestens 2000 UpM und vorzugsweise mit etwa 2500 UpM.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse auf mindestens die Schmelztemperatur der Faserbeschichtung erwärmt ist und die Polymerbeschichtung der Faser in erwärmten flüssigem Zustand ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere einzelne Kalibrier- und Verzwirnvorrichtungen, vorzugsweise mehrere rotierende Kalibrierdüsen, oder eine Kombination dieser Vorrichtungen, in Serie geschaltet sind und die Fasern durch diese Vorrichtungen geführt und derart kalibriert und verzwirnt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierdüse einen inneren Durchmesser im Bereich von 100-1000µm, vorzugsweise im Bereich von 150-600µm und insbesondere im Bereich von 200-350µm, vorzugsweise 200-240µm, aufweist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass der kalibrierte und verzwirnte Strang etwa 2 bis 50 spiralförmige Umdrehungen pro Meter, vorzugsweise etwa 2 bis 30 spiralförmige Umdrehungen pro Meter, vorzugsweise etwa 2 bis 20 Umdrehungen pro Meter, und vorzugsweise etwa 3 bis 10 Umdrehungen pro Meter.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern, aus welchen die Faser-

900.100

stränge gebildet sind, synthetische anorganische Fasern, insbesondere Glasfasern, C-Fasern, Kunststofffasern, insbesondere Aramidfasern (aromatiches Polyamid), Zylonfasern (PBO), vorzugsweise Zylon 28 DTEX, oder Naturfasern, insbesondere Cellulosefasern, darstellen und deren Filamentstärke vorzugsweise 5µm bis 20µm und etwa 100 tex-4800 tex (0.1 g/m-4.8 g/m), vorzugsweise 600 tex-2400 tex, beträgt.

5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mit mindestens einem synthetischen thermoplastischen Polymer mit einem Erweichungspunkt von 100°C oder höher, vorzugsweise im Bereich von 140°C bis 390°C und besonders im Bereich von 150°C bis 350°C, beschichtet ist.

15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mit mindestens einem duroplastischen Kunststoff in Form von Polykondensaten, vorzugsweise härtbare Phenol/Formaldehyd Kunststoffe, härtbare Bisphenolharze, härtbare Harnstoff/Formaldehyd-Kunststoffe, Polyimide, BMI-Formmassen und Polybenzimidazole (PBI); mit mindestens einem duroplastischen Kunststoff in Form von Polyaddukten, vorzugsweise Epoxidharze, Formmassen aus ungesättigten Polyesterharzen, DAP-Harze, MF-Formmassen, vorzugsweise härtbare Melamin/Phenol/Formaldehyd-Formmassen, oder vernetzte Polyurethane.

20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffe in der Nachbeschichtung zusätzlich im Gemisch mit mineralischen, vorzugsweise kristallinen, Verbindungen verwendet werden, vorzugsweise zusammen mit anorganischen Verbindungen, vorzugsweise Oxide, Karbide, vorzugsweise in Pulverform, vorzugsweise

Magnesiumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, Stoffe grosser Härte, vorzugsweise kristalliner Kohlenstoff, vorzugsweise Diamanten, insbesondere Industriediamanten, wobei deren durchschnittliche Korngrösse im Bereich von 5 $5\mu\text{m}$ - $300\mu\text{m}$, vorzugsweise im Bereich von $10\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$ und insbesondere im Bereich von $10\mu\text{m}$ - $30\mu\text{m}$ liegt.

13. Die nach einem der Ansprüche 1-12 hergestellten Sägefäden, Tapes, Prepregs, faserverstärkten Kunststoffgranulate, faserverstärkte Formteile, faserverstärkten pultruierten oder extrudierten Profile.

14. Verwendung der gemäss einem der Ansprüche 1-12 hergestellten kalibrierten und verzwirnten einzelnen Endlosfasern, bzw. die entsprechenden einzelnen Faserstränge im Verbund, für die Herstellung von Sägefäden, sowie für die Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten Kunststoffgranulaten und faserverstärkten Formteilen oder von faserverstärkten pultruierten oder extrudierten Profilen sowie für Gewebe, welche aus beschichteten Rovings gewoben und gegebenenfalls anschliessend verpresst werden.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-12, umfassend mindestens eine Beschichtungsvorrichtung (3) für die Beschichtung des Faserstrangs oder der Faserstränge im Schmelzbeschichtungsverfahren oder im Nassbeschichtungsverfahren oder im Trockenbeschichtungsverfahren, mindestens einen IR-Ofen (4) als Durchlaufvorrichtung (für das Nass- und im Trockenbeschichtungsverfahren) für die Fixierung der Beschichtung, gegebenenfalls eine Nachbeschichtungsvorrichtung (5) verbunden mit einem weiteren IR-Ofen (4), und mindestens eine Konditionierzvorrichtung (9), bestehend aus einer Kühlseinrichtung und gegebenenfalls einer Erwärmungseinrichtung

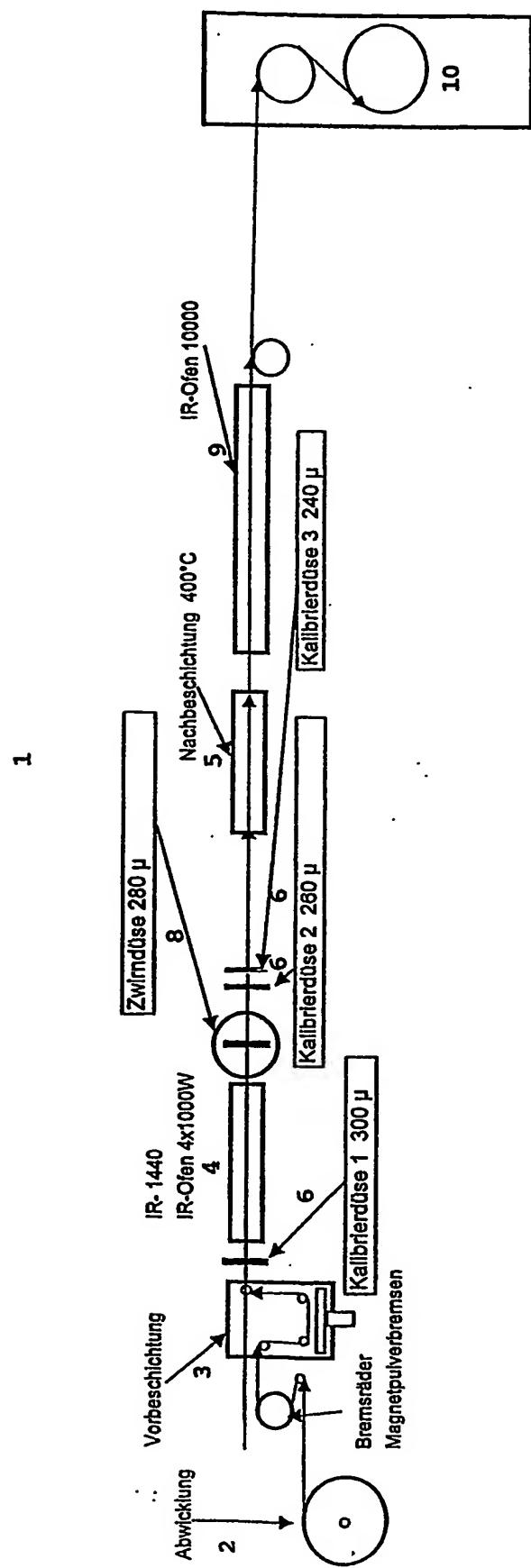
zur abschliessenden Konditionierung des beschichteten Fadens, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich anschliessend an die Beschichtungsvorrichtung (3), jedoch vor der Konditionierzvorrichtung (9) und vor einer gegebenenfalls anwesenden Nachbeschichtungsvorrichtung (5), mindestens eine Kalibriervorrichtung (6) und mindestens eine Zwirnvorrichtung (8), vorzugsweise eine Kalibriervorrichtung (6), welche gleichzeitig kalibriert und verzwirnt, installiert ist, durch welche die beschichteten einzelnen Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist bzw. der Faserstrang, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, über deren gesamte Länge unmittelbar nach dem Verlassen der Beschichtungsvorrichtung (3) kalibriert und verzwirnt werden und einen kompakten geschlossenen Strang bilden.

Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung von mit Kunststoff beschichteten
5 Endlosfäden, welche genau im Durchmesser entlang ihrer
gesamten Länge gearbeitet sind, wobei die Schwankungs-
breite der Abweichung des Durchmessers vom Sollwert gering
ist, indem man die mit erwärmten flüssigem Kunststoff
beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige
10 Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge
im Verbund, anschliessend an die Beschichtung gleich-
zeitig, oder in beliebiger Reihenfolge nacheinander,
kalibriert und verzwirnt; Verwendung der erfindungsgemäss
hergestellten kalibrierten und verzwirnten einzelnen End-
losfasern für die Herstellung von Sägefäden, sowie für die
15 Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten
Kunststoffgranulaten und faserverstärkten Formteilen oder
von faserverstärkten pultrudierten oder extrudierten
Profilen sowie Vorrichtung zur Durchführung des erfindungs-
20 gemässen Verfahrens.

Unveränderliches Exemplar
Exemplaire invarianteur 1
Esempare immutabile

SOHN 700

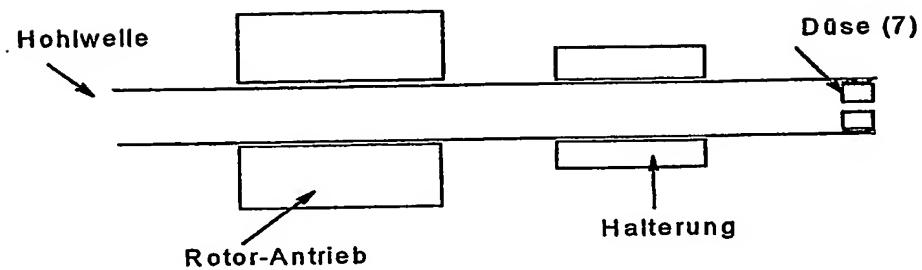


**Exemplaire Invariable
Esemplare immutabile**

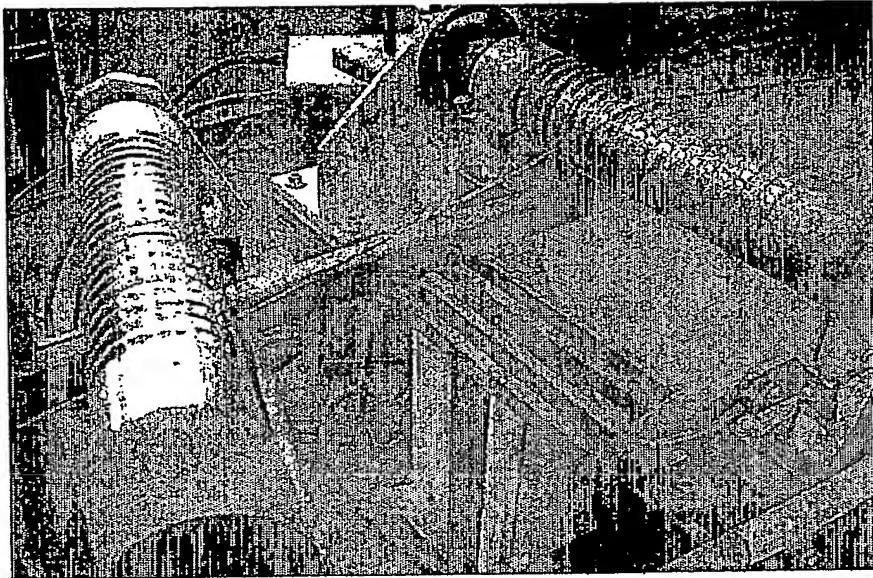
2/4

Figur 2

Kalibriervorrichtung (6)

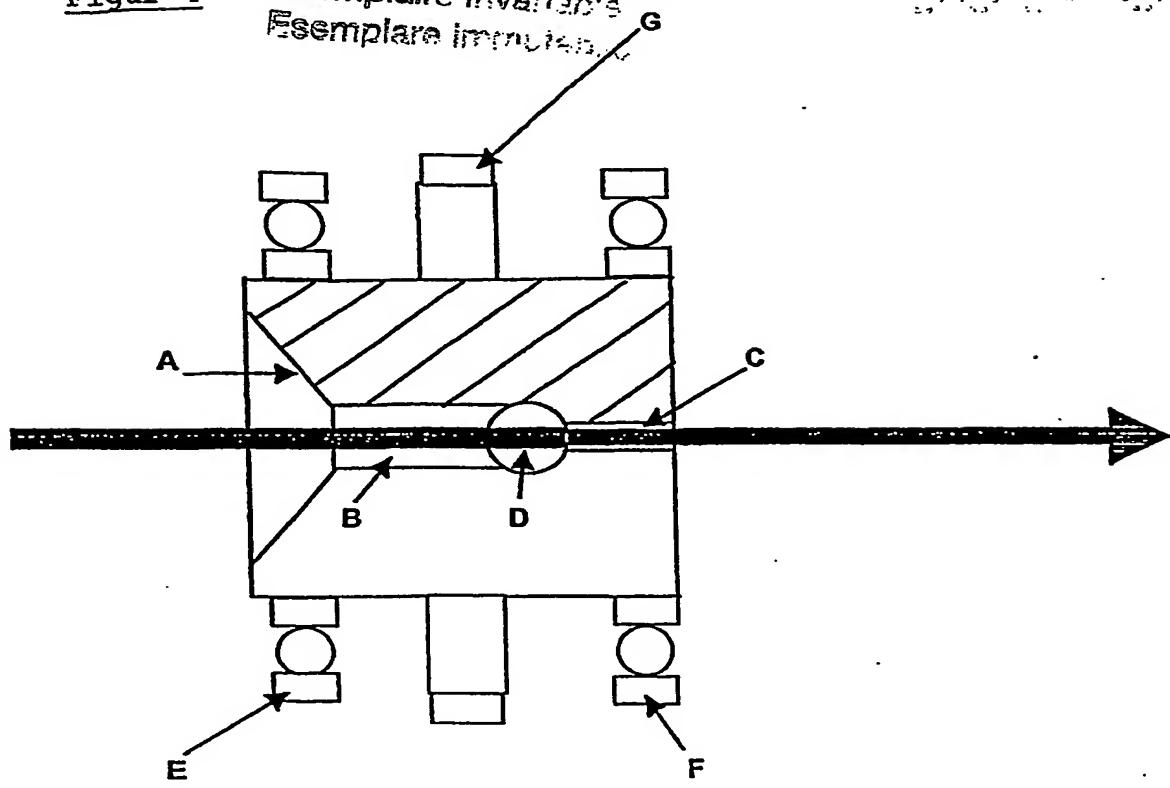
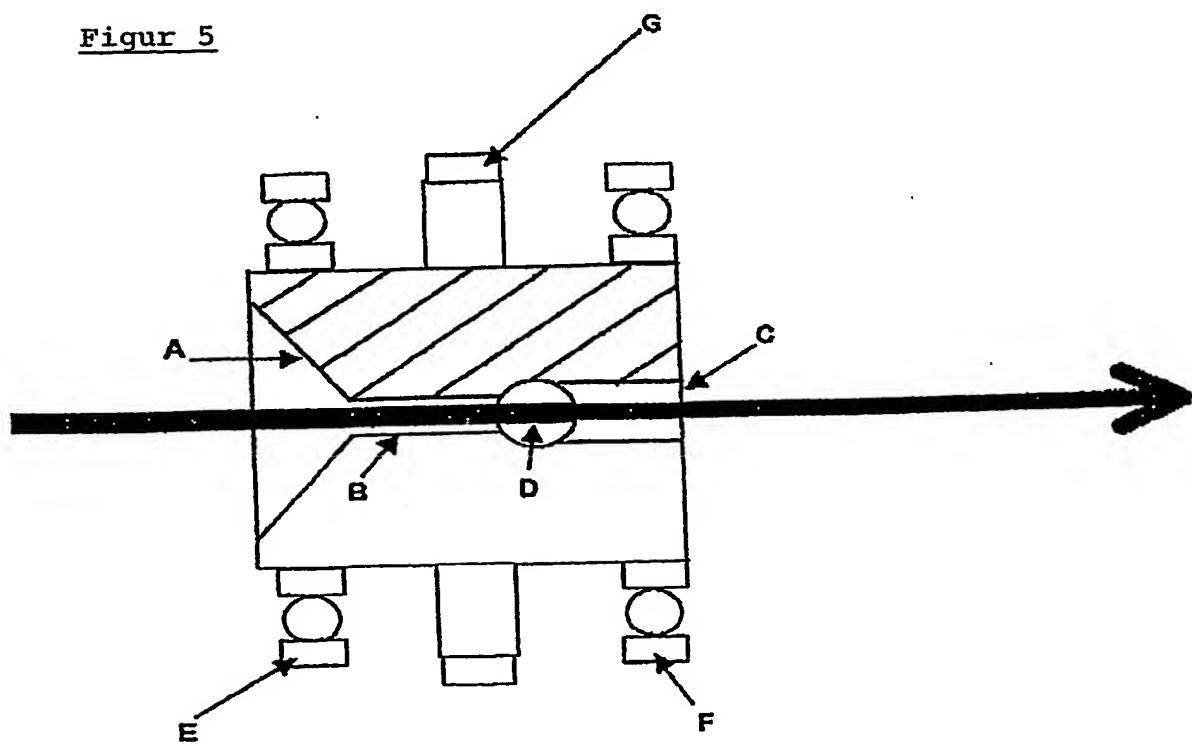


Figur 3

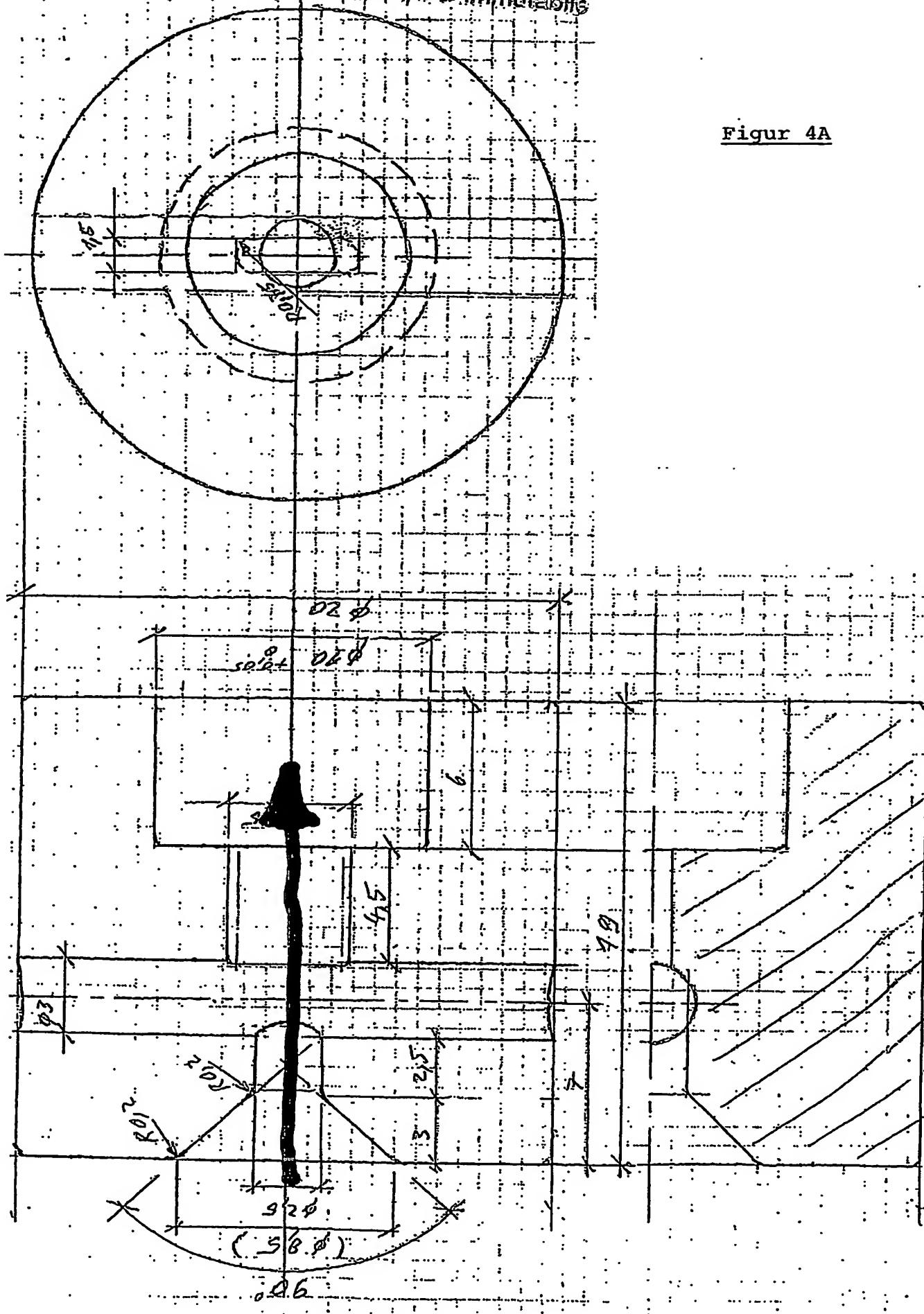


Figur 4

Unveränderliches Exemplar
Exemplaire invariables
Esemplare immutabili

Figur 5

Unveränderliches Exemplar
Exemplaire invariable
Exemplares immutables



Figur 4A

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox